

2 / pr 15

## Vorrichtung und Verfahren zur Erzeugung einer Flüssigkeitsschutzwand

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Erzeugung einer Flüssigkeitsschutzwand, die im Fall einer Störung eine bodennahe, über ein bestimmtes Areal hinausgehende Ausbreitung von aus einem Bauwerk, wie einer Maschine, einem Speicher oder einer Produktionsanlage, austretenden Gasen verhindert.

Insbesondere bei der großtechnischen Erzeugung von technischen Gasen, wie Ethylen-, Propylen- oder Butan, kann es im Fall einer Betriebsstörung zum Austritt von Gasdämpfen kommen. Da diese Dämpfe schwerer sind als Luft, sammeln sie sich in hoher Konzentration nahe des Bodens in der Umgebung der von der Betriebsstörung betroffenen Produktionsstätte. Luftbewegungen und nachströmende Gasmengen führen dann dazu, dass eine bodennahe Gasströmung einsetzt, durch die die Gase auch in solche Bereiche gelangen können, in denen es zur Entzündung des Gases oder zu einer Gefährdung von Lebewesen infolge der Verdrängung der Luft kommen kann. Auch können die bodennah sich verbreitenden Gase hoch toxisch sein und eine erhebliche Gefahr für die in der Umgebung des gefährdeten Objektes lebenden Lebewesen darstellen. Aus diesem Grund muss bei einem Störfall sichergestellt werden, dass die Ausbreitung von bodennah sich verteilenden Gasen auf einen bestimmten, fest umgrenzten Bereich beschränkt bleibt.

**BESTÄTIGUNGSKOPIE**

In der Praxis ist versucht worden, diese Anforderung durch eine Schutzeinrichtung zu erfüllen, die eine das abzuschottende Areal umgebende hohe Mauer umfasst. Auf der Mauer sind Düsen angeordnet, die im Störfall einen heißen, senkrecht in die Höhe gerichteten Wasserdampfstrahl abgeben. Auf diese Weise ist eine aus Wasserdampf und Steinen bestehende Wand gebildet, an der die sich stauenden Gasdämpfe abgesogen und mit der Umgebungsluft soweit verwirbelt werden, dass sie in einer unschädlichen Konzentration in den Bereich jenseits der Mauer treten. Problematisch ist dabei jedoch, dass die Wirkung und Verfügbarkeit der bekannten Schutzeinrichtung unsicher ist. So lässt sich der erforderliche Heißdampf vielfach nicht innerhalb der für einen sicheren Schutz notwendigen kurzen Reaktionszeit und in ausreichenden Mengen zur Verfügung stellen. Darüber hinaus stellt der Heißdampf eine Gefahr für die im Bereich der von dem Störfall betroffenen Anlage arbeitenden Rettungsmannschaften dar, deren Bewegungsfreiheit zusätzlich durch die Mauer eingeschränkt wird.

Ähnliche Einrichtungen wie die voranstehend erläuterte Schutzeinrichtung sind aus dem Bereich der Brandbekämpfung bekannt. Solche in der Fachsprache auch als "Hydroschilder", "Wasserwände" oder "Wasserschilder" bezeichnete Flüssigkeitsschutzwände dienen beim Löscheinsatz zur Abschirmung von Gebäuden oder Geräten gegen Flammen, Rauch, Wärmestrahlung, Brandgase, Staub sowie toxische Gas- und Dampfschwaden. Dazu werden jeweils einzeln eingesetzte, gegen die Gefahrenquelle gerichtete Flachstrahllöschdüsen verwendet. Diese Düsen geben einen flachen Strahl ab, der sich in der Breite ausgehend von der Düsenöffnung fächerförmig aufweitet und eine gegenüber der Breite geringe Dicke besitzt. Abhängig vom jeweiligen

Düsentyp und der Leistung des jeweils zur Verfügung stehenden Pumpenaggregats können mit derartigen Düsen Wurfbreiten von bis zu 30 m und Wurfhöhen von bis zu 10 Metern erreicht werden. Typischerweise werden dazu Drücke von 5 bis 7 bar bei einem Löschwasserdurchsatz von 800 bis 1800 Liter/Minute benötigt. Diese großen Wassermengen führen zu erheblichen Problemen bei der Entsorgung und verursachen vielfach Wasserschäden, die den eigentlichen Brandschaden bei Weitem überschreiten. Zudem hat sich herausgestellt, dass sich mit den aus dem Brandschutz bekannten Einrichtungen keine Wasserwände erzeugen lassen, die mit ausreichender Sicherheit eine Abschottung der weiteren Umgebung eines Brandherdes gegen schädliche Gase ermöglichen.

Neben dem voranstehend erläuterten Stand der Technik ist aus der EP 0 335 746 A2 eine Vorrichtung zur Erzeugung einer Flüssigkeitsschutzwand bekannt, die im Fall einer Störung eine bodennahe, über ein bestimmtes Areal hinausgehende Ausbreitung von aus einer chemischen Produktionsanlage austretenden Gasen verhindert. Die bekannte Vorrichtung weist an eine Fluidversorgung angeschlossene, im Bereich mindestens eines Längsabschnitts einer Grenze des Areals angeordnete Düsen auf. Mehrere dieser Düsen umgeben jeweils tonnenförmige, bis zu 18 Meter hohe Düsenkörper, die nach außen gewölbt und oben offen sind. Im Fall einer Störung geben die Düsen jeweils einen bodennah beginnenden, in die Höhe gerichteten Fluidstrahl ab. Aufgrund des Koanda-Effektes legen sich diese Fluidstrahlen an die Außenwand des den jeweiligen Düsen zugeordneten Düsenkörpers an, so dass eine nach oben gerichtete, konzentrierte Wassernebelströmung entsteht. Unterstützt werden kann diese nach oben gerichtete Strömung durch eine Verbrennung, die in dem Düsenkörper gezündet

wird und den von dem Düsenkörper abströmenden Hohlstrahl aufgrund der erzeugten Abwärme und des infolge der Verbrennung entstehenden Abgasstromes zusätzlich beschleunigt. Es stellt sich so an jeder Stelle des Längsabschnitts eine vom Boden des Areals ausgehende, nach oben gerichtete, das bodennah strömende Gas mitreißende intensive abströmende Luft-Gas-Wassernebel-Strömung ein.

Auch wenn es grundsätzlich vorstellbar ist, dass sich mit der aus der EP 0 335 746 A2 bekannten Vorrichtung die Ausbreitung von bodennahen Gasen im Fall einer Betriebsstörung verhindern lässt, so zeigt sich in der Praxis jedoch, dass die bekannte Vorrichtung schon alleine aufgrund ihrer Baugröße und der verwendeten Düsen nicht betriebssicher verwendbar ist.

Eine andere, mobile Vorrichtung, die im Brandfall das Ausbreiten bodennaher Gase verhindern soll, ist aus der DE 199 60 165 A1 bekannt. Bei dieser bekannten Vorrichtung wird ein flexibler Feuerwehrschauch eingesetzt, in den wasserzerstäubende Düsen eingesetzt werden. Durch die Verwendung des flexiblen Schlauches ist es möglich, die bekannte Vorrichtung auch in unwegsamen, technisch schwierig zu beherrschenden Gelände einzusetzen. Allerdings erweist sich die bekannte Vorrichtung als nicht wirksam genug, wenn hohe Anforderungen an die Sicherheit und Zuverlässigkeit gestellt werden, mit der die Ausbreitung von gefährlichen, bodennah strömenden Gasen verhindert werden soll.

Schließlich geht aus der DE PS 583 297 eine Vorrichtung hervor, bei der eine Vielzahl von an Ständern befestigten Berieselungsdüsen um ein brandgefährdetes Objekt herum aufgestellt sind, die bei Entstehen eines Brandes eine

Wasserwand erzeugen, um das Ausbreiten von Gasen zu vermeiden. Auch diese bekannte Vorrichtung erweist sich jedoch in der Praxis als nicht ausreichend sicher und wirkungsvoll.

Die Aufgabe der Erfindung bestand darin, mit einfachen Mitteln eine Vorrichtung und ein Verfahren zu schaffen, mit denen sich im Fall einer Störung mit hoher Sicherheit und Verfügbarkeit die bodennahe Ausbreitung von schweren Gasen ohne Einschränkung der Bewegungsfreiheit des Rettungspersonals eindämmen lässt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß zum einen durch eine Vorrichtung zur Erzeugung einer Flüssigkeitsschutzwand gelöst, welche mit an eine Fluidversorgung angeschlossenen, im Bereich mindestens eines Längenabschnitts einer Grenze des Areals angeordneten Düsen ausgestattet ist, die im Fall der Störung jeweils einen bodennah beginnenden, in die Höhe gerichteten Fluidstrahl abgeben und in einem derart bemessenen Abstand voneinander positioniert sind, dass sich durch die Überlagerung der von den Düsen jeweils abgegebenen Fluidstrahlen an jeder Stelle des Längenabschnitts eine vom Boden des Areals ausgehende, im Wesentlichen senkrecht zum Boden gerichtete, das bodennah strömende Gas mitreißende Luft-Gas-Strömung einstellt, wobei die Düsen in einem entlang des Längenabschnitts ausgebildeten Kanal mit vertikalem Abstand zu dessen Austrittsöffnung angeordnet sind.

Zum anderen wird diese Aufgabe durch ein Verfahren zum Abschotten eines Areals gegen die Ausbreitung von aus einem Bauwerk, wie einer Maschine, einem Speicher oder einer Produktionsanlage, austretenden Gasen, bei dem über mindestens einen Längenabschnitt der Grenze des Areals im

Fall einer Störung eine vom Boden des Areals ausgehende, im wesentlichen senkrecht zum Boden gerichtete, das bodennah strömende Gas in die Höhe mitreißende Luft-Gas-Strömung erzeugt wird, indem eine bodennah beginnende, in die Höhe gerichtete Flüssigkeitswand aus Fluidstrahlen gebildet wird, wobei die Fluidstrahlen mittels Düsen (4) erzeugt werden, die in einem Kanal mit vertikalem Abstand zur Austrittsöffnung des Kanals angeordnet sind.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren verhindert sicher die bodennahe, über ein bestimmtes Areal hinausgehende Ausbreitung von aus einem Bauwerk, wie einer Maschine, einem Speicher oder einer Produktionsanlage, austretenden Gasen, indem sie im Fall einer Störung in Bodennähe eine für die schweren Gase undurchdringbar dichte, durch einzelne Flüssigkeitsstrahlen gebildete Flüssigkeitswand erzeugt. Unter dem Begriff "Flüssigkeitsstrahlen" werden dabei sämtliche Formen von Strahlen verstanden, die den angestrebten Zweck, nämlich das Mitreißen der in den Wirkungsbereich der Strahlen treffenden Gase, bewerkstelligen. Ziel ist es dabei, eine Flüssigkeitswand aufzubauen, deren Strömung zu einer intensiven Verwirbelung der ausgebrachten Flüssigkeit mit der Umgebungsluft und dem mitgerissenen Gas führt. Dementsprechend werden die Flüssigkeitsstrahlen bevorzugt so ausgebracht, dass sich schon in Bodennähe eine starke Flüssigkeitswirbelwand bildet, die infolge der intensiven Vermischung mit dem mitgerissenen Gas eine schnelle Verminderung der Gaskonzentration sicherstellt.

Als für die praktische Umsetzung der Erfindung besonders geeignet haben sich Flüssigkeitsstrahlen herausgestellt, die unter hohem Druck von mindestens 50 bar aus den Düsen austreten und einen konzentrierten, mit hoher

Strömungsenergie abströmenden Strahl mit feiner Tröpfchenverteilung bilden. Solche Flüssigkeitsstrahlen lassen sich durch an sich bekannte Flachstrahldüsen erzeugen, wenn diese mit ausreichend hohem Druck beaufschlagt werden. Werden derartige Düsen eingesetzt, so sollten sie so ausgerichtet sein, dass sich der fächerförmig aus ihnen austretende Flachstrahl entlang des Längenabschnitts ausbreitet. Als geeignete Flüssigkeit hat sich Wasser herausgestellt, welches bei den Bauwerken, die mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung auszustatten sind, üblicherweise in großen Mengen zur Verfügung steht. Der besondere Vorteil der Erfindung besteht dabei darin, dass es mit geringem Wasserverbrauch gelingt, das vom Störfall betroffene Objekt wirksam gegen die Umgebung abzuschotten. So wird bei Einsatz einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. bei erfindungsgemäßer Vorgehensweise nur ein Bruchteil der Flüssigkeitsmengen benötigt, die bei konventionellen zu diesem Zweck eingesetzt werden müssen. Der geringe Flüssigkeitsverbrauch führt zu einer stark verminderten Belastung der Umgebung der abzuschottenden Einrichtung. Wasserschäden sind so bei verminderten technischen Aufwand auf ein Minimum reduziert.

Der aus den Düsen austretende Flüssigkeitsstrahl reißt die in der Umgebung der Düsenöffnung vorhandenen Gase mit sich, so dass eine in Strahlrichtung gerichtete Gas-Luft-Strömung entsteht. Gleichzeitig bildet sich in Strahlrichtung gesehen unterhalb und seitlich der Düsenaustrittsöffnung ein Ansaugbereich aus, in dem ein niedrigerer Druck herrscht und in den aus der Umgebung angesaugte Luft und Gase strömen.

Insbesondere dann, wenn ein Fluidstrahl mit konzentriert und fein verteilten Tröpfchen ausgebracht wird, bleibt die

Gas-Luftströmung nicht auf die unmittelbare Nachbarschaft des Düsenaustritts beschränkt, sondern es stellt sich auch in größerer Entfernung eine allgemeine Gas-Luft-Strömung ein. Diese besteht zum einen Teil aus einem mit dem Fluidstrahl abströmenden Gas-Luft-Gemisch und zum anderen Teil aus den in den Ansaugbereich angesaugten Gas-Luft-Mengen. Wesentlich für die Wirkung der erfindungsgemäßen Schutzvorrichtung ist dabei, dass der Abstand der Düsen zueinander so gewählt ist, dass sich auch in den Bereichen, die von den Düsenstrahlen nicht direkt überstrichen werden, infolge dieser allgemein sich bildenden Gas-Luft-Strömung ein Abtransport der schweren, bodennah sich sammelnden Gase eintritt. Auf diese Weise lässt sich bei geringem apparativen Aufwand eine sichere Eindämmung der auf einem bestimmten Areal sich sammelnden schweren Gase gewährleisten. Die schweren Gase werden nach oben mitgerissen und mit der ebenfalls mitgerissenen Luft intensiv vermischt, bis sie in großer Höhe mit einer so geringen Konzentration freigesetzt werden, dass sie unschädlich sind.

Erfindungswesentlich ist dabei, dass die Düsen in einem Kanal derart angeordnet sind, dass der jeweils von ihnen abgegebene Flüssigkeitsstrahl mit Abstand zur Öffnung des Kanals aus den Düsen austritt. Infolge der Anordnung der Austrittsöffnungen der Düsen unterhalb der Kanalöffnung nimmt der Strahl bei seinem Austritt aus dem Boden schon ein größeres Volumen ein, als dies unmittelbar hinter der Düsenaustrittsöffnung der Fall ist. Jeder von den versenkten Düsen abgegebene Flüssigkeitsstrahl überstreicht auf diese Weise schon direkt am Boden einen größeren Bereich der Grenze des abzuschottenden Areals, als dies der Fall ist, wenn die Düsenöffnung oberhalb des Bodens bzw. auf dem Niveau des Bodens montiert werden. Durch die



Anordnung der Düsen in einem Kanal lässt sich somit die Wirksamkeit der von einer erfindungsgemäßen Vorrichtung erzeugten Flüssigkeitswand bei gleichzeitig verminderter Düsenzahl erhöhen. Dabei entsteht dadurch, dass bei erfindungsgemäßer Anordnung die Düsen und der aus ihnen jeweils austretende Flüssigkeitsstrahl über eine bestimmte Mindesthöhe seitlich von den einander gegenüberliegenden Kanalwänden gegenüber der Umgebung abgegrenzt sind, in dem Kanal ein Unterdruck, durch den das Abfordern des von den Flüssigkeitsstrahlen mitgerissenen Luft- / Gasgemisches zusätzlich unterstützt wird. Der im Kanal entstehende Unterdruck zieht auch Schwergase zwischen den Düsen mit in den Kanal hinein, die anschließend von den abströmenden Fluidstrahlen erfasst, verwirbelt und nach oben gerichtet in die Höhe gestoßen werden.

Die zur praktischen Umsetzung der Erfindung erforderlichen baulichen Maßnahmen nehmen nur wenig Raum ein, so dass die Rettungsmannschaften sich ungehindert bewegen und Rettungsgerät ebenso ungehindert in Position gebracht werden kann. Dabei ist es nicht zwingend notwendig, den erfindungsgemäß vorgesehenen Kanal als in Erdreich oder eine sonstige Oberfläche eingeformten Schacht auszubilden. Vielmehr kann der Kanal auch dadurch hergestellt werden, dass mittels geeigneter Bauelemente, beispielsweise einem U-förmigen Profilbauteil, ein auf der jeweiligen Oberfläche aufgesetzter Kanal gebildet wird. Besonders geeignet erweist sich diese oberirdische Ausbildung des Kanals in solchen Fällen, in denen innerhalb kurzer Bauzeiten eine wirksame Abschottung eines gefährdeten Objekts hergestellt werden soll. Wesentlich ist dabei jedoch stets, dass die Düsen in ausreichender Tiefe gegenüber dem Rand der Austrittsöffnung versenkt in dem Kanal angeordnet sind.

Eine besonders praxisgerechte Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Austrittsöffnungen der Düsen unterhalb der Oberfläche des Bodens angeordnet sind. Die Konzentrierung der aus dem Kanal austretenden Flüssigkeitsstrahlen in Höhenrichtung lässt sich dabei dadurch optimieren, dass die Austrittsöffnung des Kanals mindestens an ihrer dem Bauwerk zugeordneten Längsseite scharfkantig begrenzt ist.

Unterstützt werden kann die erfindungsgemäß angestrebte Ausbildung einer senkrecht nach oben gerichteten Gas-Luft-Strömung dadurch, dass zusätzlich zu den einen Fluidstrahl abgebenden Düsen weitere Düsen entlang des Längenabschnitts verteilt angeordnet sind, die einen in die Höhe gerichteten Gasstrahl abgeben. Der zusätzlich eingebrachte Gasstrahl unterstützt einerseits das Abströmen des Flüssigkeitsstrahls und bewirkt andererseits, dass das schwere Gas besonders schnell mit der Umgebungsluft verdünnt wird. Besonders zweckmäßig ist es daher, wenn die weiteren Düsen an eine Pressluftversorgung angeschlossen sind.

Die Vermischung und Verdünnung der schweren Gasdämpfe mit der Umgebungsluft kann auch dadurch unterstützt werden, dass auf der von dem Bauwerk abgewandten Seite der Düsen Luftleiteinrichtungen angeordnet sind, welche eine gerichtete Zuleitung der auf dieser Seite angeordneten Umgebungsluft in die von den Düsen erzeugte Luft-Gas-Strömung bewirken. Auf diese Weise lässt zum einen sich die Menge der vom Fluidstrahl angesaugten Luft optimieren. Zum anderen können die Luftleiteinrichtungen so ausgerichtet werden, dass anströmende Umgebungsluft die konzentrierte Ausrichtung des Flüssigkeitstrahles und der von ihm bewirkten Gas-Luft-Strömung unterstützt. Insbesondere wirkt

sich dies dann günstig aus, wenn die Düsen unter dem Bodenniveau angeordnet sind. In diesem Fall können die Luftleiteinrichtungen als von der Oberfläche des Bodens ausgehende und in den Bereich der Düsen führende Zuluftkanäle ausgebildet sein.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen schematisch:

Fig. 1 eine im Bereich einer Anlage zur Produktion technischer Gase angeordnete Vorrichtung zur Erzeugung einer Flüssigkeitsschutzwand im Schnitt;

Fig. 2 die Vorrichtung gemäß Fig. 1 in einem Schnitt entlang der in Fig. 1 eingezeichneten Schnittlinie X-X.

Die Vorrichtung 1 dient zum Schutz einer Anlage P, in der technische Gase, die schwerer als Luft sind, hergestellt oder zur Herstellung anderer Produkte benutzt werden.

Zur Erzeugung einer Flüssigkeitsschutzwand umfasst die Vorrichtung 1 eine im Bereich des Grundes eines nach oben offenen, die Anlage P in einem Abstand umgebenden Kanal 2 angeordnete Versorgungsleitung 3, an deren Oberseite in regelmäßigen Abständen A Flachstrahldüsen 4 montiert sind. Die Versorgungsleitung 3 ist an eine Druckversorgung 5 angeschlossen, die im Fall einer Betriebsstörung der Anlage P, bei der es zum Austritt von Gas G kommt, unter hohem Druck stehendes Wasser in die Versorgungsleitung 3 fördert. Die Aktivierung der Druckversorgung 5 erfolgt dabei durch eine nicht gezeigte Alarmeinrichtung, die bei einem

Austritt von Gas selbsttätig ein Steuersignal zum Starten der Druckversorgung 5 abgibt.

Die Flachstrahldüsen 4 geben jeweils einen fein zerstäubten Wasserstrahl W ab, der in Richtung der Breite B des Kanals 2 betrachtet zu einer geringen Dicke konzentriert ist, während er in Längsrichtung L des Kanals 2 gesehen breit aufgefächert ist. Der Abstand A der Flachstrahldüsen 4 und die Tiefe T, mit der die Öffnungen der Flachstrahldüsen 4 unterhalb der Oberfläche 8 des Bodens 9 angeordnet ist, sind dabei so aufeinander abgestimmt, dass die von ihnen abgegebenen Wasserstrahlen W sich in geringem Abstand oberhalb der Oberfläche 8 überdecken. Auf diese Weise ist zwischen zwei benachbarten Wasserstrahlen W jeweils nur ein eng begrenzter Raum geringen Volumens vorhanden, der nicht direkt von einem Wasserstrahl W erfasst wird.

Unterhalb der Versorgungsleitung 3 ist eine Pressluftleitung 6 angeordnet, die an eine nicht dargestellte Pressluftquelle angeschlossen ist. Die Pressluftleitung 6 versorgt Pressluftdüsen 7, von denen jeweils eine in Längsrichtung L des Kanals 2 mittig zwischen zwei der Flachstrahldüsen 4 angeordnet ist. Die Pressluftdüsen 7 geben einen Pressluftstrahl S ab, der ebenfalls nach oben in Richtung der Öffnung des Kanals 2 gerichtet ist.

Die Öffnung 2a des Kanals ist an ihren Längsseiten durch im Querschnitt dreiecksförmigen Randkörper 10 begrenzt, die eine ausgehend von der Oberfläche 8 des Bodens 9 ansteigende Fahrfläche aufweisen. Die Randkörper 10 bilden mit dem Rand ihrer hohen, dem Kanal 2 zugeordneten Längsseite eine Abrisskante für in Richtung des Kanals 2 über den Boden 9 von der einen Seite anströmende schwere

Gase G und von der anderen Seite den Kanal 2 anströmenden Luft F. Gleichzeitig ermöglichen die Randkörper 10 ein problemloses Überfahren des Kanals 2 mit Fahrzeugen.

Um das Eindringen von Schmutz im Ruhezustand der Vorrichtung 1 zu verhindern, sind Klappen 11 vorgesehen. Die Klappen 11 sind gelenkig verschwenkbar am oberen Rand derjenigen Randkörper 10 gehalten, die der einen Seite des Kanals 2 zugeordnet sind. Sie liegen im Ruhezustand auf dem Rand der jeweils gegenüberliegenden Randkörper 10 auf. Ihr Gewicht und ihre Verschwenkbarkeit sind dabei so auf die Energie der Wasserstrahlen W abgestimmt, dass sie mit der ersten Druckbeaufschlagung der Flachstrahldüsen 4 von den dabei austretenden Wasserstrahlen W aufgeschwenkt werden und die Kanalöffnung freigeben. In Fig. 1 ist die Lage der Klappen 11 im Ruhezustand gestrichelt und im Betrieb der Vorrichtung 1 in durchgezogenen Linien dargestellt.

Der Boden 12 des Kanals 2 weist in Längsrichtung L betrachtet regelmäßig aufeinander folgende Erhebungen 12a und Senken 12b auf. Am tiefsten Punkt der Senken sind Drainagerohre 13 angeordnet, die in dem Kanal 2 sich sammelndes Wasser in eine weiter nicht dargestellte Kanalisation abführen.

Auf der von der Anlage P abgewandten Seite des Kanals 2 sind im Boden 9 Zuluftkanäle 14 ausgebildet, die von der Oberfläche 8 des Bodens 9 ausgehen und in der einen Längswand des Kanals 2 nahe des Kanalbodens 12 münden. Über die Zuluftkanäle 14 kann Luft von der der Anlage P abgewandten Seite in den Kanal 2 einströmen.

In der Praxis können beispielsweise die Tiefe T 50 cm bis 100 cm und die Breite B des Kanals 2 ca. 10 cm bis 30 cm

betragen. Die Flachstrahldüsen 4 können einen typischen Öffnungswinkel von  $30^\circ$  und Durchmesser von 1,5 mm bis 2,5 mm aufweisen. Der Abstand A zwischen ihnen kann abhängig von der jeweils gewählten Tiefe T zwischen 50 cm und 130 cm liegen. Der von der Druckversorgung 5 zur Verfügung gestellte hohe Druck kann im Bereich von 100 bar bis 300 bar liegen. Werden diese beispielhaften Konstruktions- und Betriebsparameter eingehalten, so lässt sich auf einer Kanallänge von ca. 200 m mit geringen Wasserverbräuchen, die im Bereich von einigen hundert cbm/h liegen, eine hoch wirksame Wasserwand erzeugen.

Kommt es im Fall einer Betriebsstörung der Anlage P zum Austritt von Gasen G, so wird die Druckversorgung 5 aktiviert und die Flachstrahldüsen 4 mit Wasser beaufschlagt, so dass die Wasserstrahlen W aus ihnen austreten und die bis dahin geschlossenen Klappen 11 zur Seite schwenken. Es bildet sich so nach kurzer Anfahrzeit eine Wasserwand, die aus sich überlagernden Wasserstrahlen W geringer Dicke, jedoch großer Breite gebildet ist.

Die Wasserstrahlen W bestehen dabei aus fein zerstäubten Tröpfchen von hoher kinetischer Energie, welche die an die Wasserstrahlen W angrenzenden Luftmengen und Gase mitreißen. Es stellt sich so auf der der Anlage P zugeordneten Seite eine nach oben gerichtete Strömung F,G ein, die aus einem Gemisch aus Luft und Gas G gebildet ist, während sich auf der von der Anlage P angewandten Seite einer reine Luftströmung F bildet. Diese Strömungen führen dazu, dass im Bereich des Kanals 2 gegenüber der weiter entfernten Umgebung ein Unterdruck herrscht mit der Folge, dass durch die Zuluftkanäle 14 Luft und bodennah strömendes Gas G in den Kanal 2 gesogen wird. Diese Luft vermischt sich zusätzlich mit Gas G, das gegebenenfalls aufgrund des

Unterdrucks im Bereich der zwischen den Wasserstrahlen W vorhandenen, von den Wasserstrahlen W nicht unmittelbar überstrichenen Freiräumen U in den Kanal 2 aufgrund des dort des mit hoher kinetischer Energie abströmenden, die Umgebungsluft mitnehmenden Wasserstrahlen W herrschenden Unterdrucks gesogen wird. Unterstützt wird die Vermischung von Luft und Gas G durch aus den Düsen 7 austretende, nach oben gerichtete Pressluftstrahlen S. Im Ergebnis wird so erreicht, dass das schwere Gas G von der Oberfläche 8 des Bodens 9 in große Höhe befördert wird und auf dem dabei zurückgelegten Weg so stark mit Luft verwirbelt wird, dass es oberhalb der Wurfweite der Wasserstrahlen W in einer sicher unkritischen Konzentration vorliegt.

Die Wurfweite, die Intensität der Verwirbelung und somit auch die Unüberwindbarkeit der durch die Wasserstrahlen W gebildeten Wasserwand für schwere Gase G kann durch eine Erhöhung der Betriebsdrücke der Druckversorgung 5 gesteigert werden. So ist es schon nach heutigem Stand der Technik möglich, Spitzendrücke von mehreren tausend Bar über eine ausreichende Betriebsdauer zu erreichen.

Durch die Erfindung wird somit eine Vorrichtung zur Verfügung gestellt, mit der innerhalb kürzester Reaktionszeiten eine gastrennende und verwirbelnde Schutzwand von ausreichender Höhe erzeugt werden kann. Diese Schutzwand lässt sich problemlos über eine Betriebszeit aufrechterhalten, die zum Abdichten des jeweiligen Gaslecks benötigt wird. Die dazu benötigten Wassermengen sind gering, so dass die Gefahr von Wasserschäden auf ein Minimum reduziert ist. Gleichzeitig nimmt die erfindungsgemäße Vorrichtung weder im Ruhezustand noch im Betrieb Raum ein, durch den die Bewegungsfreiheit

des Rettungs- und Bedienpersonals oder von Gerät  
beeinträchtigt wird.



## P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Vorrichtung zur Erzeugung einer Flüssigkeitsschutzwand, die im Fall einer Störung eine bodennahe, über ein bestimmtes Areal hinausgehende Ausbreitung von aus einem Bauwerk, wie einer Maschine, einem Speicher oder einer Produktionsanlage (P), austretenden Gasen (G) verhindert,
  - mit an eine Fluidversorgung (5) angeschlossenen, im Bereich mindestens eines Längenabschnitts einer Grenze des Areals angeordneten Düsen (4),
  - die im Fall der Störung jeweils einen bodennah beginnenden, in die Höhe gerichteten Fluidstrahl (W) abgeben und
  - in einem derart bemessenen Abstand (A) voneinander positioniert sind, dass sich durch die Überlagerung der von den Düsen (4) jeweils abgegebenen Fluidstrahlen (W) an jeder Stelle des Längenabschnitts eine vom Boden (9) des Areals ausgehende, im wesentlichen senkrecht zum Boden (9) gerichtete, das bodennah strömende Gas (G) mitreisende Luft-Gas-Strömung (F,G) einstellt,
  - wobei die Düsen (4) in einem entlang des Längenabschnitts ausgebildeten Kanal (2) mit vertikalem Abstand (T) zu dessen Austrittsöffnung angeordnet sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Düsen (4)  
einen zerstäubten Fluidstrahl (W) abgeben.
3. Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
die Düsen (4) einen sich fächerförmig entlang des  
Längenabschnitts ausbreitenden Flachstrahl (W)  
abgeben.
4. Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
die Fluidversorgung (5) das aus den Düsen (4)  
austretende Fluid mit einem hohen Druck beaufschlagt.
5. Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
die Austrittsöffnungen der Düsen (4) unterhalb der  
Oberfläche (8) des Bodens (9) angeordnet sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die  
Austrittsöffnung des Kanals (2) mindestens an ihrer  
dem Bauwerk (P) zugeordneten Längsseite scharfkantig  
begrenzt ist.
7. Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
zusätzlich zu den einen Fluidstrahl (W) abgebenden  
Düsen (4) weitere Düsen (7) entlang des

Längenabschnitts verteilt angeordnet sind, die einen in die Höhe gerichteten Gasstrahl (P) abgeben.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die weiteren Düsen (7) an eine Pressluftversorgung angeschlossen sind.
9. Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s auf der von dem Bauwerk (P) abgewandten Seite der Düsen Luftleiteinrichtungen (14) angeordnet sind, welche eine gerichtete Zuleitung der auf dieser Seite angeordneten Umgebungsluft (F) in die von den Düsen (4) erzeugte Luft-Gas-Strömung (F,G) bewirken.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Luftleiteinrichtungen als von der Oberfläche des Bodens (8) ausgehende und in den Bereich der Düsen (4,7) führende Zuluftkanäle (14) ausgebildet sind.
11. Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s das Fluid Wasser ist.
12. Verfahren zum Abschotten eines Areals gegen die Ausbreitung von aus einem Bauwerk, wie einer Maschine, einem Speicher oder einer Produktionsanlage (P), austretenden Gasen (G), bei dem über mindestens einen Längenabschnitt der Grenze des Areals im Fall einer

Störung eine vom Boden (9) des Areals ausgehende, im wesentlichen senkrecht zum Boden (9) gerichtete, das bodennah strömende Gas (G) in die Höhe mitreißende Luft-Gas-Strömung (F,G) erzeugt wird, indem aus Fluidstrahlen (W) eine bodennah beginnende, in die Höhe gerichtete Flüssigkeitswand gebildet wird, wobei die Fluidstrahlen (W) mittels Düsen (4) erzeugt werden, die in einem Kanal (2) mit vertikalem Abstand (T) zur Austrittsöffnung des Kanals (2) angeordnet sind.

13. Verfahren nach Anspruch 12, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s entlang des Längenabschnitts mehrere Düsen (4) in einem derart bemessenen Abstand (A) voneinander positioniert sind, dass sich durch die Überlagerung der von den Düsen (4) jeweils abgegebenen Fluidstrahlen (W) an jeder Stelle des Längenabschnitts die das bodennah strömende Gas (G) mitreißende Luft-Gas-Strömung (F,G) einstellt.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Düsen (4) mit einem unter einem hohen Druck stehenden Fluid beaufschlagt werden.